

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000271457 A**(43) Date of publication of application: **03.10.00**

(51) Int. Cl.

B01D 63/10**B01D 65/02**(21) Application number: **11142480**(22) Date of filing: **21.05.99**(30) Priority: **22.01.99 JP 11014966**(71) Applicant: **NITTO DENKO CORP**(72) Inventor: **ANDO MASAOKI
OBARA TOMOUMI
HISADA HAJIME**

(54) **OPERATION OF SPIRAL TYPE MEMBRANE ELEMENT AND SPIRAL TYPE MEMBRANE MODULE AND SPIRAL TYPE MEMBRANE MODULE**

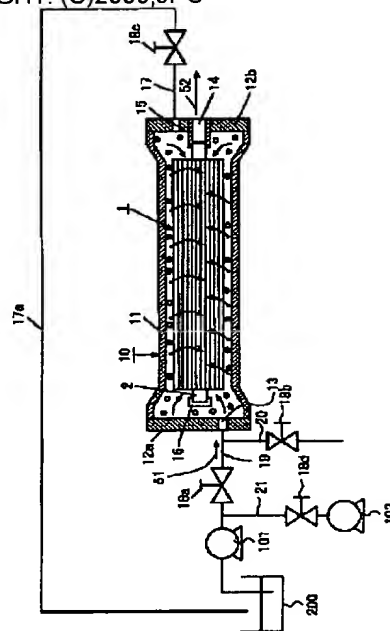
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low cost, easily washable and highly reliably spiral type membrane element, and a method for operating a spiral type membrane module.

SOLUTION: The spiral type membrane element 1 is constituted by covering a spiral shaped membranes element consisting of a plurality of independent or continuous envelope-like membranes wound in the outer peripheral surface of a water collection tube 2 via raw water spacers with a separation membrane, and further covering the resultant assembly with an outer peripheral part flow path material. The raw water 51 with air bubbles generated with a diffuser 102 is fed to the spiral type membrane element 1 in a pressure container 10. A portion of the raw water in the raw water 51 flows in the axis direction along the outer peripheral part of the spiral type membrane element 1, and is discharged from a raw water outlet 15 of the pressure container 10,

and is then returned to a raw water tank 200 via a piping 17a.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



N299-012

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-271457

(P2000-271457A)

(43) 公開日 平成12年10月3日 (2000.10.3)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 0 1 D 63/10

B 0 1 D 63/10

4 D 0 0 6

65/02

5 1 0

65/02

5 1 0

5 2 0

5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平11-142480

(22) 出願日 平成11年5月21日 (1999.5.21)

(31) 優先権主張番号 特願平11-14966

(32) 優先日 平成11年1月22日 (1999.1.22)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003964
日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72) 発明者 安藤 雅明
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72) 発明者 小原 知海
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(74) 代理人 100098305
弁理士 福島 祥人

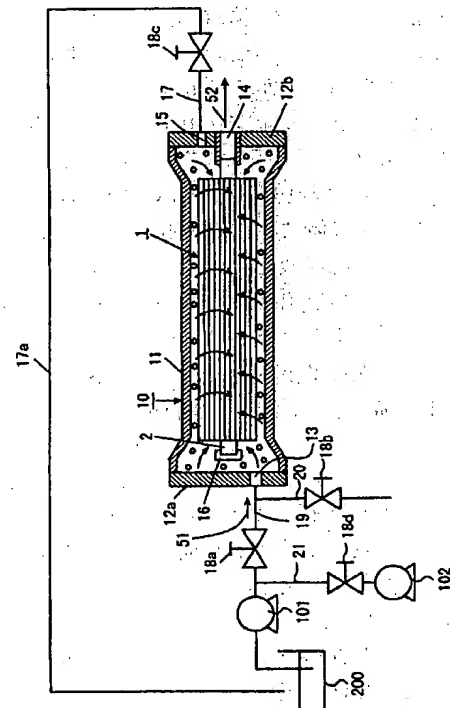
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法ならびにスパイラル型膜モジュール

(57) 【要約】

【課題】 低コスト化が可能でかつ洗浄が容易で信頼性の高いスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法を提供することである。

【解決手段】 スパイラル型膜エレメント1は、集水管2の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜3が原水スぺーサ4を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素1aを分離膜9で被覆し、さらに外周部流路材5で被覆することにより構成される。散気装置102により気泡が散出された原水51が、圧力容器10内のスパイラル型膜エレメント1に供給される。原水51のうち、一部の原水はスパイラル型膜エレメント1の外周部に沿って軸方向に流れ、圧力容器10の原水出口15から外部に排出された後、さらに配管17aを介して原水タンク200へ戻される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スパイラル型膜エレメントの運転方法であって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、前記スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、前記液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、前記スパイラル状膜要素の外周部に接する液中に連続的または間欠的に気泡を散出させることを特徴とするスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 2】 スパイラル型膜エレメントの運転方法であって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、前記スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、前記液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、前記スパイラル状膜要素の外周部に接する液中に連続的または間欠的に超音波振動を付与することを特徴とするスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 3】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、前記スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、前記液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、前記圧力容器内の液中に気泡を散出させることを特徴とするスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 4】 運転時に、前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液を供給しつつ前記原液中に気泡を散出させ、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出すことを特徴とする請求項 3 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 5】 洗浄時に、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入するとともに、前記有孔中空管の外周面から導出される洗浄液を前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部から排出させつつ前記洗浄液中に気泡を散出させることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 6】 フラッシング時に、原液または洗浄液を前記スパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に流しつつ前記原液または前記洗浄液中に気泡を散出させることを特徴とする請求項 3～5 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 7】 運転停止時に、前記圧力容器内に存在する原液または洗浄液中に気泡を散出させることを特徴と

する請求項 3～6 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 8】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、前記スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、前記液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、前記圧力容器内の液に連続的または間欠的に超音波振動を付与することを特徴とするスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 9】 運転時に、前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液を供給しつつ前記原液に超音波振動を付与し、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出すことを特徴とする請求項 8 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 10】 洗浄時に、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入するとともに、前記有孔中空管の外周面から導出される洗浄液を前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部から排出させつつ前記洗浄液に超音波振動を付与することを特徴とする請求項 8 または 9 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 11】 フラッシング時に、原液または洗浄液を前記スパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に流しつつ前記原液または前記洗浄液に超音波振動を付与することを特徴とする請求項 8～10 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 12】 運転停止時に、前記圧力容器内に存在する原液または洗浄液に超音波振動を付与することを特徴とする請求項 8～11 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 13】 運転時に、連続的または間欠的に一部の前記原液を前記スパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に流して前記圧力容器の外部へ取り出すことを特徴とする請求項 4 または 9 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 14】 前記圧力容器の外部へ取り出した原液を再び供給側へ戻すことを特徴とする請求項 13 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 15】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが原液入口および原液出口を有する圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、前記スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、前記液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周

部流路材で覆われ、前記圧力容器内の液中に気泡を散出させる散気装置および前記原液出口から前記圧力容器の外部に取り出された原液を前記原液入口に戻す循環系が設けられたことを特徴とするスパイラル型膜モジュール。

【請求項 16】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、前記スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、前記液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、前記圧力容器内の液に超音波振動を付与する超音波発振子が設けられたことを特徴とするスパイラル型膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、低圧逆浸透膜分離装置、限外濾過装置、精密濾過装置等の膜分離装置に用いられるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法ならびにスパイラル型膜モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、浄水技術へ膜分離技術が適用されるとともに、海水淡水化等で用いられる逆浸透膜分離システムの前処理として膜分離技術が適用されつつある。このような膜分離に使用される膜の種類としては、高透過水量が得られる精密濾過膜や限外濾過膜が多く使用されているが、最近、 10 kg f/cm^2 以下の超低圧力で高透過水量が得られる逆浸透膜も開発されてきた。

【0003】 また、膜分離に使用される膜エレメントの形態としては、単位体積当たりの膜面積（体積効率）の点から中空糸膜エレメントが多く使用されている。しかしながら、中空糸膜エレメントは、膜が折れやすく、膜が折れると、原水が透過水に混ざり、分離性能が低下するという欠点を有している。

【0004】 一方、膜面積を多くとれる膜エレメントの形態としてスパイラル型膜エレメントがある。このスパイラル型膜エレメントは、中空糸膜エレメントと比較すると、分離性能を維持でき、信頼性が高いという利点を有している。

【0005】 図 16 は従来のスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図であり、図 17 は従来のスパイラル型膜エレメントの外観斜視図である。

【0006】 図 16 に示すように、スパイラル型膜エレメント 21 は、透過水スペース（透過液流路材）25 の両面に分離膜 26 を重ね合わせて 3 辺を接着することにより封筒状膜（袋状膜）23 を形成し、その封筒状膜 23 の開口部を有孔中空管からなる集水管 22 に取り付け、ネット状（網状）の原水スペース 24（原水液路

材）とともに集水管 22 の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。

【0007】 原水スペース 24 は、封筒状膜 23 間に原水が通る流路を形成するために設けられる。原水スペース 24 の厚みが小さいと、分離膜 26 の充填効率は高くなるが、懸濁物質による詰まりが生じる。そのため、通常、原水スペース 24 の厚みは約 $0.7\text{ mm} \sim 3.0\text{ mm}$ に設定される。

【0008】 なお、河川水のように懸濁物質を多く含む原水を処理するためにジグザグ状の波板状原水スペース（いわゆるコルゲートスペース）を用いたスパイラル型膜エレメントがすでに公知となっている。

【0009】 図 17 に示すように、スパイラル型膜エレメント 21 の外周面は、FRP（繊維強化プラスチック）、収縮チューブ等からなる外装材 27 で被覆され、両端部にはアンチテレスコープと呼ばれるパッキンホルダ 28 がそれぞれ取り付けられている。

【0010】 図 18 は従来のスパイラル型膜エレメントの運転方法の一例を示す断面図である。図 18 に示すように、圧力容器（耐圧容器）30 は、筒形ケース 31 および 1 対の端板 32a、32b により構成される。一方の端板 32a には原水入口 33 が形成され、他方の端板 32b には濃縮水出口 35 が形成されている。また、他方の端板 32b の中央部には透過水出口 34 が設けられている。

【0011】 外周面の一端部近傍にパッキン 37 が取り付けられたスパイラル型膜エレメント 21 を筒形ケース 31 内に装着し、筒形ケース 31 の両方の開口端をそれぞれ端板 32a、32b で封止する。集水管 22 の一方の開口端は端板 32b の透過水出口 34 に嵌合され、他方の開口端にはエンドキャップ 36 が装着される。

【0012】 スパイラル型膜エレメント 21 の運転時には、原水 51 を圧力容器 30 の原水入口 33 から第 1 の液室 38 内に導入する。図 18 に示すように、原水 51 は、スパイラル型膜エレメント 21 の一方の端面側から供給される。この原水 51 は原水スペース 24 に沿って軸方向に流れ、スパイラル型膜エレメント 21 の他方の端面側から濃縮水 53 として排出される。原水 51 が原水スペース 24 に沿って流れる過程で分離膜 26 を透過した透過水 52 が透過水スペース 25 に沿って集水管 22 の内部に流れ込み、集水管 22 の端部から排出される。

【0013】 その透過水 52 は、図 18 の圧力容器 30 の透過水出口 34 から外部へ取り出される。また、濃縮水 53 は、圧力容器 30 内の第 2 の液室 39 から濃縮水出口 35 を通じて外部へ取り出される。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】 膜エレメントを運転すると、原水中の濁質物質により膜の目詰まりが生じ、膜流束が低下する。そのため、薬品洗浄等を行って目詰ま

りを取り除き、膜流束を回復させるが、薬品洗浄に要する手間およびコストが問題となる。そこで、目詰まりが生じないように、例えば中空糸膜エレメントでは、透過水または空気による逆流洗浄が定期的に行われる。

【0015】しかし、従来のスパイラル型膜エレメント21では、逆流洗浄を行うと次のような問題が生じる。

【0016】図19は従来のスパイラル型膜エレメントにおける逆流洗浄動作を示す一部切欠き斜視図である。図19に示すように、透過水52が集水管22の端部から導入される。集水管22に巻回された封筒状膜23の外周面が外装材27で被覆されているので、集水管22の外周面から導出された透過水52は、封筒状膜23を透過して原水スペース24に沿ってスパイラル型膜エレメント21の内部を軸方向に流れ、スパイラル型膜エレメント21の端部から排出される。そのため、逆流洗浄を行っても、膜の目詰まりの原因となっている濁質物質等の汚染物質が、スパイラル型膜エレメント21の端部から排出されるまでに原水スペース24に捕捉されやすく、十分に除去されないという問題がある。

【0017】また、図18の压力容器30の筒形ケース31の内周面とスパイラル型膜エレメント21との間に存在する空隙がデッドスペースSとなり、流体の滞留（液溜まり）が生じる。スパイラル型膜エレメント21を長期間使用すると、デッドスペースに滞留している流体が変成を起こす。特に、流体が有機物を含有する液体である場合には、微生物等の雑菌が繁殖し、この雑菌が有機物を分解して悪臭を発生したり、分離膜を分解してしまうことがあり、信頼性の低下につながる。

【0018】さらに、従来のスパイラル型膜エレメント21では、原水がスパイラル型膜エレメント21の一端部から供給され、他端部から排出されるので、集水管22に巻回された封筒状膜23が竹の子状に変形することを防止するために、パッキンホルダ28が必要となる。また、原水スペース24による圧力損失および目詰まりによる圧力損失によって原水流入側と濃縮水出口側との間に圧力差が生じ、スパイラル型膜エレメント21に変形が生じる。この変形を防止するために、集水管22に巻回された封筒状膜23の外周面をFRP、収縮チューブ等の外装材27で被覆している。これらにより、部品コストおよび製造コストが高くなる。

【0019】また、原水中の汚染物質によるケーキの形成を防ぐために十分な膜面線速を得ることが必要であり、そのためには十分な濃縮側流量が必要となる。濃縮側流量を大きくすると、スパイラル型膜エレメント当たりの回収率が低くなる上、原水を供給するポンプが大きいものとなり、システムコストも非常に大きくなる。

【0020】本発明の目的は、低コスト化が可能でかつ洗浄が容易で信頼性の高いスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法を提供することである。

【0021】本発明の他の目的は、低コスト化が可能でかつ洗浄が容易で信頼性の高いスパイラル型膜モジュールを提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法は、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われたスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、スパイラル状膜要素の外周部に接する液中に連続的または間欠的に気泡を散出させるものである。

【0023】本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、スパイラル状膜要素の外周部に接する液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの外周部に散気流が形成される。それにより、液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。さらに、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0024】それにより、スパイラル型膜エレメントにおいて、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0025】また、上記のスパイラル型膜エレメントの運転方法においては全量濾過が行われるため、スパイラル型膜エレメントと压力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されず、スパイラル型膜エレメントと压力容器との間の空隙部において流体の滞留が生じない。したがって、有機物を含有する流体の分離に使用した場合でも、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が起らず、高い信頼性が得られる。

【0026】さらに、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液が供給され、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わり、軸方向に変位を起こさせるような圧力が加わらないので、有孔中空管に巻回された封筒状膜が竹の子状に変形することがない。それにより、パッキンホルダが不要となり、外装材も不要であるので、部品コストおよび製造コストが低減される。また、全量濾過が行われるので、原液を供給するポンプに大きなものを用いることなく、高い回収率が得られる。それにより、システムコストが低減される。

【0027】また、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わるので、原液の供給圧力を高くしてもスパイラル型膜エレメントの変形が生じない。したがって、高い耐圧性が得られる。

【0028】第2の発明に係るスパイラル型膜エレメン

トの運転方法は、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われたスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、スパイラル状膜要素の外周部に接する液に連続的または間欠的に超音波振動を付与するものである。

【0029】本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、スパイラル状膜要素の外周部に接する液に超音波振動を付与することにより、液中の汚染物質を分散させ、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に汚染物質が付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメントも振動するため、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0030】それにより、スパイラル型膜エレメントにおいて、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0031】また、上記のスパイラル型膜エレメントの運転方法においては全量濾過が行われるため、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されず、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部において流体の滞留が生じない。したがって、有機物を含有する流体の分離に使用した場合でも、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が起こらず、高い信頼性が得られる。

【0032】さらに、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液が供給され、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わり、軸方向に変位を起こさせるような圧力が加わらないので、有孔中空管に巻回された封筒状膜が竹の子状に変形することがない。それにより、パッキンホルダが不要となり、外装材も不要であるので、部品コストおよび製造コストが低減される。また、全量濾過が行われるので、原液を供給するポンプに大きなものを用いることなく、高い回収率が得られる。それにより、システムコストが低減される。

【0033】また、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わるので、原液の供給圧力を高くしてもスパイラル型膜エレメントの変形が生じない。したがって、高い耐圧性が得られる。

【0034】第3の発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法は、1または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、スパイラル状膜要素の外周部が液体透

過性材料で覆われ、液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、圧力容器内の液中に連続的または間欠的に気泡を散出させるものである。

【0035】本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法によれば、圧力容器内の液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの外周部に散気流が形成される。それにより、液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。さらに、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0036】また、上記のスパイラル型膜モジュールの運転方法においては全量濾過が行われるため、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されず、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部において流体の滞留が生じない。したがって、有機物を含有する流体の分離に使用した場合でも、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が起こらず、高い信頼性が得られる。

【0037】さらに、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液が供給され、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わり、軸方向に変位を起こさせるような圧力が加わらないので、有孔中空管に巻回された封筒状膜が竹の子状に変形することがない。それにより、パッキンホルダが不要となり、外装材も不要であるので、部品コストおよび製造コストが低減される。また、全量濾過が行われるので、原液を供給するポンプに大きなものを用いることなく、高い回収率が得られる。それにより、システムコストが低減される。

【0038】また、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わるので、原液の供給圧力を高くしてもスパイラル型膜エレメントの変形が生じない。したがって、高い耐圧性が得られる。

【0039】運転時に、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液を供給しつつ原液中に気泡を散出させ、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出してもよい。この場合、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部で捕捉される。

【0040】ここで、原液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの外周部に散気流が形成される。それにより、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になるとともに、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能となる。

【0041】また、洗浄時に、有孔中空管の少なくとも

一方の開口端から洗浄液を導入するとともに、有孔中空管の外周面から導出される洗浄液をスパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部から排出させつつ洗浄液中に気泡を散出させてもよい。

【0042】洗浄時には、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入し、逆流洗浄を行う。有孔中空管の外周面から導出された洗浄液は、封筒状膜を透過して原液流路材に沿って流れ、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部から排出される。それにより、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に捕捉された汚染物質がスパイラル型膜エレメントから剥離する。スパイラル型膜エレメントは、液体透過性材料および外周部流路材により外周部での封筒状膜間の拡がり防止されているので、逆流洗浄時に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を外部に排出するための流路が確保されている。このため、剥離した汚染物質は洗浄液とともに外部へ排出される。したがって、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に捕捉された汚染物質を均一に除去することができ、運転時に常に一定した透過液量を維持することが可能となる。

【0043】ここで、洗浄液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの外周部に散気流が形成される。それにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質をより効果的に剥離させることが可能になるとともに、剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。

【0044】また、フラッシング時に、原液または洗浄液をスパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に流しつつ原液または洗浄液中に気泡を散出させてもよい。これにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を容易に剥離させることができるとともに、剥離した汚染物質を容易にかつ確実に外部に排出することができる。

【0045】また、運転停止時に、圧力容器内に存在する原液または洗浄液中に気泡を散出させてもよい。この場合、スパイラル型膜エレメントの外周部に散気流が形成される。それにより、原液または洗浄液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制するのが可能になるとともに、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0046】第4の発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法は、①または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収納されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、スパイラル型膜エレメント

は、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、圧力容器内の液に連続的または間欠的に超音波振動を付与するものである。

【0047】本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法によれば、圧力容器内の液に超音波振動を付与することにより、液中の汚染物質を分散させ、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に汚染物質が付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメントも振動するため、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0048】それにより、スパイラル型膜エレメントにおいて、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0049】また、上記のスパイラル型膜モジュールの運転方法においては全量濾過が行われるため、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されず、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部において流体の滞留が生じない。したがって、有機物を含有する流体の分離に使用した場合でも、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が起らず、高い信頼性が得られる。

【0050】さらに、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液が供給され、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わり、軸方向に変位を起こさせるような圧力が加わらないので、有孔中空管に巻回された封筒状膜が竹の子状に変形することがない。それにより、パッキンホルダが不要となり、外装材も不要であるので、部品コストおよび製造コストが低減される。また、全量濾過が行われるので、原液を供給するポンプに大きなものを用いることなく、高い回収率が得られる。それにより、システムコストが低減される。

【0051】また、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わるので、原液の供給圧力を高くしてもスパイラル型膜エレメントの変形が生じない。したがって、高い耐圧性が得られる。

【0052】運転時に、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液を供給しつつ原液に超音波振動を付与し、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出してもよい。この場合、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部で捕捉される。

【0053】ここで、原液に超音波振動を付与することにより、原液中の汚染物質を分散させ、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に汚染物質が

付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメントも振動するため、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0054】また、洗浄時に、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入するとともに、有孔中空管の外周面から導出される洗浄液をスパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部から排出させつつ洗浄液に超音波振動を付与してもよい。

【0055】洗浄時には、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入し、逆流洗浄を行う。有孔中空管の外周面から導出された洗浄液は、封筒状膜を透過して原液流路材に沿って流れ、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部から排出される。それにより、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に捕捉された汚染物質がスパイラル型膜エレメントから剥離する。スパイラル型膜エレメントは、液体透過性材料および外周部流路材により外周部での封筒状膜間の拡がりが防止されているので、逆流洗浄時に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を外部に排出するための流路が確保されている。このため、剥離した汚染物質は洗浄液とともに外部へ排出される。したがって、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に捕捉された汚染物質を均一に除去することができ、運転時に常に一定した透過液量を維持することが可能となる。

【0056】ここで、洗浄液に超音波振動を付与することにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質をより効果的に剥離させることが可能になるとともに、剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。

【0057】また、フラッシング時に、原液または洗浄液をスパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に流しつつ原液または洗浄液に超音波振動を付与してもよい。これにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を容易に剥離させることができるとともに、剥離した汚染物質を容易にかつ確実に外部に排出することができる。

【0058】また、運転停止時に、圧力容器内に存在する原液または洗浄液に超音波振動を付与してもよい。それにより、原液または洗浄液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制するのが可能になるとともに、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0059】また、第3および第4の発明に係るスパイ

ラル型膜モジュールの運転方法において、運転時に、連続的または間欠的に一部の原液をスパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に流し圧力容器の外部へ取り出してもよい。この場合、原液中の汚染物質の一部およびスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部から剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜モジュールの外部に排出することが可能になるとともに、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのをさらに抑制することが可能になる。以上のことから、スパイラル型膜モジュールにおいてさらに安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0060】さらに、圧力容器の外部へ取り出した原液を再び供給側へ戻してもよい。この場合、外部へ排出した原液を循環させるため、供給した原液を透過液として理論上100%の回収率で回収することが可能になる。

【0061】第5の発明に係るスパイラル型膜モジュールは、1または複数のスパイラル型膜エレメントが原液入口および原液出口を有する圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、圧力容器内の液中に気泡を散出させる散気装置および原液出口から圧力容器の外部に取り出された原液を原液入口に戻す循環系が設けられたものである。

【0062】本発明に係るスパイラル型膜モジュールにおいては、散気装置により、連続的または間欠的に圧力容器内の原液または洗浄液中に気泡が散出される。それにより、スパイラル型膜モジュール内においてスパイラル型膜エレメントの外周部に散気流が形成されるため、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。また、原液または洗浄液中の汚染物質および剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。

【0063】また、運転時において、スパイラル型膜エレメントの外周部に沿って軸方向に原液の流れを形成することにより、原液中の汚染物質の一部および剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜モジュールの外部に排出することが可能になり、原液中の汚染物質および剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのをさらに抑制することが可能になる。

【0064】以上のことから、スパイラル型膜モジュールにおいて安定した性能が実現される。

【0065】また、原液出口から圧力容器の外部に取り

出された原液を再び原液入口に戻す循環系が設けられているため、供給された原液を透過液として理論上100%の回収率で回収することが可能になる。

【0066】また、全量濾過が行われるため、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されず、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部において流体の滯溜が生じない。したがって、有機物を含有する流体の分離に使用した場合でも、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が起こらず、高い信頼性が得られる。

【0067】さらに、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液が供給され、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わり、軸方向に変位を起こさせるような圧力が加わらないので、有孔中空管に巻回された封筒状膜が竹の子状に変形することがない。それにより、パッキンホルダが不要となり、外装材も不要であるので、部品コストおよび製造コストが低減される。また、全量濾過が行われるので、原液を供給するポンプに大きなものを用いることなく、高い回収率が得られる。それにより、システムコストが低減される。

【0068】また、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わるので、原液の供給圧力を高くしてもスパイラル型膜エレメントの変形が生じない。したがって、高い耐圧性が得られる。

【0069】第6の発明に係るスパイラル型膜モジュールは、1または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に收容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に独立または連続した複数の封筒状膜が原液流路材を介して巻回されてなるスパイラル状膜要素を含み、スパイラル状膜要素の外周部が液体透過性材料で覆われ、液体透過性材料の外周面側が全体的または部分的に外周部流路材で覆われ、圧力容器内の液に超音波振動を付与する超音波発振子が設けられたものである。

【0070】本発明に係るスパイラル型膜モジュールにおいては、超音波発振子により、連続的または間欠的に圧力容器内の原液または洗浄液に超音波振動が付与される。それにより、スパイラル型膜エレメントが振動し、スパイラル型膜モジュール内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。また、原液または洗浄液中の汚染物質および剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。以上のことから、スパイラル型膜モジュールにおいて安定した性能が実現される。

【0071】また、全量濾過が行われるため、スパイラル型膜エレメントと圧力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されず、スパイラル型膜エレメントと圧力

容器との間の空隙部において流体の滯溜が生じない。したがって、有機物を含有する流体の分離に使用した場合でも、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が起こらず、高い信頼性が得られる。

【0072】さらに、スパイラル型膜エレメントの少なくとも外周部側から原液が供給され、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わり、軸方向に変位を起こさせるような圧力が加わらないので、有孔中空管に巻回された封筒状膜が竹の子状に変形することがない。それにより、パッキンホルダが不要となり、外装材も不要であるので、部品コストおよび製造コストが低減される。また、全量濾過が行われるので、原液を供給するポンプに大きなものを用いることなく、高い回収率が得られる。それにより、システムコストが低減される。

【0073】また、スパイラル型膜エレメントに全方向から圧力が加わるので、原液の供給圧力を高くしてもスパイラル型膜エレメントの変形が生じない。したがって、高い耐圧性が得られる。

【0074】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施例におけるスパイラル型膜エレメントを示す一部切欠き斜視図である。また、図2は図1のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の一例を示す横断面図であり、図3は図1のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の他の例を示す横断面図である。

【0075】図1に示すスパイラル型膜エレメント1は、有孔中空管からなる集水管2の外周面にそれぞれ独立した複数の封筒状膜3または連続した複数の封筒状膜3を巻回することにより構成されるスパイラル状膜要素1aを含む。封筒状膜3の間には、封筒状膜3同士が密着して膜面積が狭くなることを防止するため、および原水の流路を形成するために原水スパーサ（原液流路材）4が挿入されている。

【0076】また、スパイラル状膜要素1aの外周面は、液体透過性材料である分離膜9で覆われている。この分離膜9としては、精密濾過膜または限外濾過膜が用いられる。

【0077】精密濾過膜としては、ポリオレフィン、ポリスルホン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、酢酸セルロース等の高分子有機膜を用いることができる。また、限外濾過膜としては、ポリスルホン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、酢酸セルロース、ポリエチレン等の高分子有機膜を用いることができる。

【0078】分離膜9の外周面側は、ネットからなる外周部流路材5で覆われている。ネットの材質としては、ポリオレフィン、ポリスルホン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、酢酸セルロース等の高分子材料、セラミック等の無機材料、

金属、合成ゴムまたは繊維等を用いることができる。

【0079】精密濾過膜の孔径は、 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。限外濾過膜の孔径は、分画分子量20000以上孔径 $0.01\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。さらに、外周部流路材5として用いるネットは、4メッシュ以上100メッシュ以下であることが好ましい。

【0080】分離膜9として用いる精密濾過膜または限外濾過膜の孔径および外周部流路材5として用いるネットの網目の数は原水の水質に応じて選択する。

【0081】図1に示すスパイラル型膜エレメント1においては、分離膜9として、エチレンビニルアルコール等のポリオレフィンからなる孔径 $0.4\mu\text{m}$ の精密濾過膜を用いる。また、分離膜9として、ポリスルホンからなる限外濾過膜を用いてもよい。さらに、外周部流路材5として、PET（ポリエチレンテレフタレート）からなる50メッシュのネットを用いる。

【0082】なお、スパイラル状膜要素1aの外周面に加えてスパイラル状膜要素1aの端面も分離膜9で覆ってもよい。

【0083】図2および図3に示すように、封筒状膜3は、透過水スペース（透過液流路材）6の両面に2枚の分離膜7を重ね合わせて3辺を接着することにより形成され、その封筒状膜3の開口部が集水管2の外周面に取り付けられている。分離膜7としては、 $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以下で運転される低圧逆浸透膜、限外濾過膜、精密濾過膜等が用いられる。

【0084】図2の例では、複数の封筒状膜3がそれぞれ独立した分離膜7により形成される。図3の例では、複数の封筒状膜3が連続した分離膜7を折り畳むことにより形成される。

【0085】原水スペース4の厚みが 0.5mm よりも大きいと、原水中の汚染物質をスパイラル型膜エレメント1の少なくとも外周部で捕捉しにくくなる。一方、原水スペース4の厚みが 0.1mm よりも小さいと、封筒状膜3同士が接触しやすくなり、膜面積が小さくなる。したがって、原水スペース4の厚みは 0.1mm 以上 0.5mm 以下であることが好ましい。

【0086】図1に示すように、外周部流路材5は、複数の線材61、62が互いに直角に交差するように格子状に形成されている。線材61の厚さは線材62の厚さよりも大きく設定されている。それにより、原水51が線材61間において線材61と平行な方向にほぼ直線状に流れやすくなる。

【0087】また、図1に示すように、外周部流路材5は線材61が集水管2の軸方向と平行になるように配置されている。したがって、原水がスパイラル状膜要素1aの外周部で軸方向に流れやすくなる。

【0088】外周部流路材5の厚み t が 30mm よりも大きいと、スパイラル型膜エレメント1を収納する圧力

容器に対するスパイラル型膜エレメント1の容積効率が小さくなる。一方、外周部流路材5の厚み t が 0.6mm よりも小さいと、透過水の逆流洗浄時にスパイラル型膜エレメント1の少なくとも外周部に付着した汚染物質を系外に排出するための原水の流速が小さくなる。したがって、外周部流路材5の厚みは 0.6mm 以上 30mm 以下であることが好ましい。

【0089】また、外周部流路材5の厚み方向における空隙率は例えば20%以上60%以下と設定する。これにより、逆流洗浄時に汚染物質を軸方向に動かす原水の抵抗を低減しつつ外周部流路材5の十分な強度を確保することができる。また、外周部流路材5の網目の縦および横のピッチは例えば 3mm 以上 30mm 以下とする。これにより、スパイラル状膜要素1aの外周面が圧力容器に接触して原水の流路が狭くなることを防止しつつ封筒状膜3間に原水を十分に供給することができる。

【0090】なお、外周部の分離膜9の全体を外周部流路材5で覆ってもよく、あるいは一部の領域を外周部流路材5で覆ってもよい。

【0091】図4は本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法の一例を示す模式的断面図である。図4に示すように、圧力容器（耐圧容器）10は、筒形ケース11および1対の端板12a、12bにより構成される。一方の端板12aには原水入口13が形成され、他方の端板12bには原水出口15が形成されている。また、他方の端板12bの中央部には透過水出口14が設けられている。

【0092】図1に示すスパイラル型膜エレメント1が筒形ケース11内に収納され、筒形ケース11の両方の開口端がそれぞれ端板12a、12bで封止される。集水管2の一方の端部は端板12bの透過水出口14に嵌合され、他方の端部にはエンドキャップ16が装着される。このようにして、圧力容器10内にスパイラル型膜エレメント1が1本装填されてなるスパイラル型膜モジュールが構成されている。端板12aの原水入口13には、配管19が接続されており、配管19にはさらに配管20および配管21が接続され、さらに原水タンク200に接続されている。配管19はバルブ18aを介して加圧ポンプ101に接続されている。配管20にはバルブ18bが設けられている。配管21はバルブ18dを介して散気装置102に接続されている。この場合、散気装置102としてコンプレッサ等のエア供給機器を用いる。端板12bの原水出口15には、配管17が接続され、さらに配管17aが接続されている。配管17にはバルブ18cが設けられている。また、配管17aは原水タンク200に接続されている。

【0093】図4に示すように、スパイラル型膜エレメント1の運転時には、配管19のバルブ18aおよび配管17のバルブ18cを開き、配管20のバルブ18bを閉じる。原水タンク200から取水した原水51を加

圧ポンプ 101 により加圧した後、圧力容器 10 の原水入口 13 から圧力容器 10 の内部に導入する。ここで、配管 21 のバルブ 18 d を開き、散気装置 102 により散出された気泡（エア）を圧力容器 10 の内部に導入する。このようにして、スパイラル型膜モジュール内部においてエアバブリングを行う。

【0094】圧力容器 10 の内部に供給された原水 51 のうち一部の原水は、スパイラル型膜エレメント 1 の外周部に沿って軸方向に流れ、原水出口 15 から配管 17 を介して外部に排出される。さらに、この一部の原水は配管 17 a を介して原水タンク 200 に戻される。

【0095】一方、残りの原水 51 は、スパイラル型膜エレメント 1 の外周部流路材 5 に沿って流れ、スパイラル型膜エレメント 1 の少なくとも外周部側から分離膜 9 を透過し、原水スぺーサ 4 に沿って封筒状膜 3 間に浸入する。図 4 の例では、原水 51 がスパイラル型膜エレメント 1 の外周部側および両端部側から封筒状膜 3 間に浸入する。分離膜 7 を透過した透過水が透過水スぺーサ 6 に沿って集水管 2 の内部に流れ込む。それにより、圧力容器 10 の透過水出口 14 から透過水 52 が取り出される。

【0096】この場合、スパイラル状膜要素 1 a の外周部面が分離膜 9 で覆われているので、分離膜 9 の孔径よりも大きな濁質物質等の汚染物質がスパイラル型膜エレメント 1 の少なくとも外周部で捕捉される。すなわち、分離膜 9 の孔径よりも小さな汚染物質のみが封筒状膜 3 間に浸入する。したがって、封筒状膜 3 を構成する分離膜 7 の負荷が減少する。

【0097】本例においては、スパイラル型膜モジュール内部においてエアバブリングを行うとともに、一部の原水をスパイラル型膜エレメント 1 の外周部に沿って軸方向に流すため、スパイラル型膜エレメント 1 の周囲に散気流（気液混合流）が形成される。それにより、汚染物質が沈降してスパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になるとともに、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。さらに、軸方向に原水の流れを形成することにより、原水 51 中の汚染物質の一部およびスパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部から剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜エレメント 1 の外部に排出することが可能になる。それにより、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0098】また、原水出口 15 から外部へ排出した一部の原水を循環させるため、供給された原水 51 から理論上 100% の回収率で透過水 52 を得ることが可能となる。

【0099】ここで、配管 21 のバルブ 18 d を連続的に開いてもよく、あるいは間欠的に開いてもよい。それ

により、連続的または間欠的にスパイラル型膜モジュール内においてエアバブリングを行うことが可能となる。

【0100】なお、間欠的にエアバブリングを行う場合、バルブ 18 d の開閉をタイマーにより制御してもよい。あるいは、スパイラル型膜モジュールが組み込まれた膜分離装置内に操作圧力計、膜間差圧計、透過水流量計等の計測機器を設置し、これらの計測機器からの信号に従ってバルブ 18 d の開閉を制御してもよい。

【0101】例えば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、外周部等への汚染物質の付着に伴ってスパイラル型膜エレメント 1 の透過水流量が低下することから、透過水流量計により透過水流量の変化を計測し、透過水流量に変化が見られた際に信号を送ってバルブ 18 d を開く。それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、外周部等に付着した汚染物質を剥離させることが可能となり、安定した透過水流量を維持することが可能となる。

【0102】なお、バルブ 18 d の開閉に伴ってバルブ 18 c を開閉し、エアバブリングに合わせて間欠的に原水の流れを形成してもよい。

【0103】一定時間濾過を行った後、透過側から透過水 52 による逆流洗浄を行う。図 5 は、図 1 のスパイラル型膜エレメント 1 における逆流洗浄動作を示す一部切欠き斜視図である。逆流洗浄時は、配管 19 のバルブ 18 a、配管 17 のバルブ 18 c および配管 21 のバルブ 18 d を閉じ、配管 20 のバルブ 18 b を開く。この状態で、透過水出口 14 から透過水 52 を洗浄水として集水管 2 の内部に導入する。逆流洗浄時の透過水 52 は、集水管 2 から封筒状膜 3 を透過し、膜面、原水スぺーサ 4 等に付着した汚染物質を剥離させ、原水スぺーサ 4 に沿って少なくとも外周部に向かって流れる。また、この透過水 52 により、スパイラル型膜エレメント 1 の少なくとも外周部に捕捉された汚染物質が容易に剥離する。剥離した汚染物質は、透過水 52 とともに原水入口 13 から配管 20 を介して外部へ排出される。

【0104】上記の逆流洗浄の後、原水によるフラッシングを行う。すなわち、配管 20 のバルブ 18 b を閉じるとともに配管 19 のバルブ 18 a を開き、配管 19 を通して原水入口 13 から原水 51 を供給しつつ配管 17 のバルブ 18 c を開放する。それにより、原水 51 が外周部流路材 5 に沿って軸方向に直線状に流れ、剥離した汚染物質および透過水が原水出口 15 から配管 17 を介して外部に排出される。また、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、原水スぺーサ 4、外周部等に残存する汚染物質がスパイラル型膜エレメント 1 から剥離して外部へ排出される。その結果、膜流束が逆流洗浄前と比較して格段に回復する。この場合、フラッシングにより外部に排出された原水は、配管 17 a を介して原水タンク 200 へ戻される。

【0105】上記の洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント1の膜面、原水スぺーサ4、外周部等、特に分離膜9に付着した汚染物質を外周部流路材5に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜9の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【0106】また、上記のスパイラル型膜エレメント1においては、外周部が外周部流路材5で被覆されているので、ハンドリング（取扱い）性が向上する。

【0107】さらに、前述のような濾過形態によりスパイラル型膜エレメント1と圧力容器10との間の空隙部に図18に示したデッドスペースSのようなデッドスペースが形成されないで、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が発生せず、高い信頼性が得られる。

【0108】また、スパイラル型膜エレメント1に全方向から圧力が加わるので、スパイラル型膜エレメント1の変形の問題が生じず、パッキンホルダおよび外装材が不要となる。それにより、部品コストおよび製造コストが低減される。

【0109】また、原水51を供給する加圧ポンプ101に大きなものを用いる必要がない。それにより、システムコストが低減される。

【0110】なお、上記の逆流洗浄においては、まず集水管2に透過水52を導入し、集水管2の外周面から導出される透過水52により、スパイラル型膜エレメント1の外周部、膜面、原水スぺーサ4等に捕捉された汚染物質を剥離させてから原水によるフラッシングを行っているが、原水によるフラッシングを行った後に、集水管2に透過水52を導入してもよい。この洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント1の外周部に捕捉された汚染物質のほとんどがフラッシングにより除去され、さらに透過水52を導入することにより、スパイラル型膜エレメント1の外周部、膜面、原水スぺーサ4等に残存する汚染物質を除去することができる。したがって、この場合においても、上記と同様の洗浄効果が得られる。あるいは、集水管2に透過水52を導入すると並行して原水によるフラッシングを行ってもよい。この場合においても、上記と同様の洗浄効果が得られる。

【0111】さらに、上記においては、圧力容器10内にスパイラル型膜エレメント1が1本装填されてなるスパイラル型膜モジュールについて説明したが、図4に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法は、以下に説明するように、圧力容器内に複数のスパイラル型膜エレメントが装填されてなるスパイラル型膜モジュールにおいても適用可能である。

【0112】図6は本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法の他の例を示す模式的断面図である。

【0113】図6に示すスパイラル型膜モジュールの構成は、以下の点を除いて、図4に示すスパイラル型膜モジュールの構成と同様である。

【0114】図6に示すように、圧力容器100は、筒形ケース111および1対の端板120a、120bにより構成される。筒形ケース111の底部には原水入口13が形成され、上部には原水出口15が形成されている。原水出口15はエア抜きにも用いられる。また、端板120a、120bの中央部には透過水出口14が設けられている。

【0115】インターコネクタ116により集水管2が直列に連結された複数のスパイラル型膜エレメント1が筒形ケース111内に収納され、筒形ケース111の両方の開口端がそれぞれ端板120a、120bで封止される。両端部のスパイラル型膜エレメント1の集水管2の一端部が、アダプタ115を介してそれぞれ端板120a、120bの透過水出口14に嵌合される。このようにして、圧力容器100内に複数のスパイラル型膜エレメント1が装填されてなるスパイラル型膜モジュールが構成される。

【0116】図6に示すように、スパイラル型膜モジュールの運転時には、図4に示すスパイラル型膜モジュールの運転時と同様、配管19のバルブ18aおよび配管17のバルブ18cを開き、配管20のバルブ18bを閉じる。原水タンク200から取水した原水51を加圧ポンプ101により加圧した後、圧力容器100の原水入口13から圧力容器100の内部に導入する。ここで、配管21のバルブ18dを開き、散気装置102により散出された気泡（エア）を圧力容器100の内部に導入する。このようにして、スパイラル型膜モジュール内部においてエアバブリングを行う。

【0117】圧力容器100の内部に供給された原水51のうち、一部の原水は複数のスパイラル型膜エレメント1の外周部に沿って軸方向に流れ、原水出口15から配管17を介して外部に排出される。さらに、この原水は配管17aを介して原水タンク200へ戻される。

【0118】一方、残りの原水51は、各スパイラル型膜エレメント1において外周部流路材5に沿って流れ、少なくとも外周部側から分離膜9を透過し、原水スぺーサ4に沿って封筒状膜3間に浸入する。分離膜7を透過した透過水が透過水スぺーサ6に沿って集水管2の内部に流れ込み、圧力容器100の両端部の透過水出口14から透過水52が取り出される。

【0119】この場合、各スパイラル型膜エレメント1のスパイラル状膜要素1aの外周部面が分離膜9で覆われているので、分離膜9の孔径よりも大きな汚染物質が各スパイラル型膜エレメント1の少なくとも外周部で捕捉される。したがって、各スパイラル型膜エレメント1の封筒状膜3を構成する分離膜7の負荷が減少する。

【0120】また、スパイラル型膜モジュール内部にお

いてエアバブリングを行うとともに、各スパイラル型膜エレメント 1 の外周部に沿って軸方向に原水の流れを形成するため、各スパイラル型膜エレメント 1 の周囲に散気流が形成される。それにより、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部に汚染物質が沈降して付着するのを抑制することが可能になるとともに、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。さらに、原水の流れにより、原水 5:1 中の汚染物質の一部および各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部から剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜モジュールの外部に排出することが可能になる。それにより、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0121】また、原水出口 15 から外部へ排出した一部の原水を、配管 17a から構成される循環系により循環させるため、原水 5:1 から理論上 100% の回収率で透過水 52 を得ることが可能となる。

【0122】また、この場合、スパイラル型膜モジュールが複数のスパイラル型膜エレメント 1 を装填しているため、スパイラル型膜モジュールの処理容量が大きく、効率良く透過水 52 を得ることが可能となる。

【0123】一定時間濾過を行った後、透過側から透過水 52 による逆流洗浄を行う。逆流洗浄時には、配管 19 のバルブ 18a、配管 17 のバルブ 18c および配管 21 のバルブ 18d を閉じ、配管 20 のバルブ 18b を開く。この状態で、圧力容器 100 の両端部の透過水出口 14 からスパイラル型膜エレメント 1 の集水管 2 の内部に洗浄水として透過水 52 を導入する。各スパイラル型膜エレメント 1 において、透過水 52 は集水管 2 から封筒状膜 3 を透過し、膜面、原水スペース 4 等に付着した汚染物質を剥離させ、原水スペース 4 に沿って少なくとも外周部に向かって流れる。また、この透過水 52 により、各スパイラル型膜エレメント 1 の少なくとも外周部に捕捉された汚染物質が容易に剥離する。剥離した汚染物質は、透過水 52 とともに配管 20 を介して外部へ排出される。

【0124】上記の逆流洗浄の後、配管 19 のバルブ 18a および配管 17 のバルブ 18c を開き、原水によるフラッシングを行う。それにより、剥離した汚染物質および残存する透過水 52 を原水とともに原水出口 15 から配管 17 を介してスパイラル型膜モジュールの外部に排出する。なお、この場合においても、図 4 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの洗浄時と同様、逆流洗浄の前または後に原水によるフラッシングを行うか、あるいは逆流洗浄と並行して原水によるフラッシングを行う。フラッシングにより外部に排出された原水は、配管 17a を介して原水タンク 200 へ戻される。

【0125】上記の洗浄方法によれば、スパイラル型膜

エレメント 1 の膜面、原水スペース 4、外周部等、特に分離膜 9 に付着した汚染物質を外周部流路材 5 に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜 9 の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【0126】上記のスパイラル型膜モジュールにおいては、前述のような濾過形態により各スパイラル型膜エレメント 1 と圧力容器 100 との間の空隙部にデッドスペースが形成されないため、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が発生せず、高い信頼性が得られる。

【0127】また、各スパイラル型膜エレメント 1 において、全方向から圧力が加わるので、スパイラル型膜エレメント 1 の変形の問題が生じず、バックインホルダおよび外装材が不要となる。それにより、部品コストおよび製造コストが低減される。

【0128】また、原水 51 を供給する加圧ポンプ 101 に大きなものを用いる必要がない。それにより、システムコストが低減される。

【0129】なお、図 4 および図 6 に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、運転時に原水出口 15 から取り出した一部の原水および洗浄時にフラッシングに用いた原水を配管 17a を介して原水タンク 200 へ戻しているが、これらの原水を循環させずに排出してもよい。

【0130】また、図 4 および図 6 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転時にエアバブリングを行う場合について説明したが、運転時以外にエアバブリングを行ってもよい。

【0131】例えば、逆流洗浄時にエアバブリングを行ってもよい。あるいは、運転停止時において、スパイラル型膜モジュール内に原水 51 または洗浄水（透過水 52）が封入された状態でエアバブリングを行ってもよい。さらに、運転を停止し、原水 51 または洗浄水（透過水 52）を用いて膜面をフラッシングする際にエアバブリングを行ってもよい。これらの場合においても、前述と同様の効果が得られる。

【0132】図 7 は本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。なお、図 7 に示すスパイラル型膜モジュールは、以下の点を除いて、図 4 に示すスパイラル型膜モジュールと同様の構成を有する。

【0133】図 7 に示すスパイラル型膜モジュールにおいては、図 4 に示すスパイラル型膜モジュールのように散気装置 102、配管 21 およびバルブ 18d を設けず、圧力容器 10 の筒形ケース 11 の外周部に超音波発振子 103 を設けている。

【0134】図7に示すように、スパイラル型膜エレメント1の運転時には、配管19のバルブ18aを開き、配管20のバルブ18bおよび配管17のバルブ18cを閉じる。原水タンク200から取水した原水51を加圧ポンプ101により加圧した後、圧力容器10の原水入口13から圧力容器10の内部に導入する。ここで、圧力容器10の筒形ケース11に設けた超音波発振子103により、圧力容器10を介して圧力容器10内部の原水51およびスパイラル型膜エレメント1に超音波振動を付与する。

【0135】圧力容器10内部に導入された原水51は、スパイラル型膜エレメント1の外周部流路材5に沿って流れ、スパイラル型膜エレメント1の少なくとも外周部側から分離膜9を透過し、原水スペース4に沿って封筒状膜3間に浸入する。図7の例では、原水51がスパイラル型膜エレメント1の外周部側および両端部側から封筒状膜3間に浸入する。分離膜7を透過した透過水が透過水スペース6に沿って集水管2の内部に流れ込む。それにより、圧力容器10の透過水出口14から透過水52が取り出される。

【0136】この場合、スパイラル状膜要素1aの外周部面が分離膜9で覆われているので、分離膜9の孔径よりも大きな汚染物質がスパイラル型膜エレメント1の少なくとも外周部で捕捉される。すなわち、分離膜9の孔径よりも小さな汚染物質のみが封筒状膜3間に浸入する。したがって、封筒状膜3を構成する分離膜7の負荷が減少する。

【0137】また、超音波発振子103により、スパイラル型膜モジュール内部の原水51に超音波振動が付与されるため、原水51中の汚染物質が分散される。それにより、原水51中の汚染物質がスパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメント1の膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメント1にも超音波振動が付与されるため、スパイラル型膜エレメント1の膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。以上のことから、安定した運転を長期間継続して行うことが可能になる。

【0138】一定時間濾過を行った後、透過側から透過水52による逆流洗浄を行う。洗浄時には超音波発振子103を停止させ、図4に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの洗浄方法と同様の方法により、逆流洗浄および原水によるフラッシングを行う。なお、この場合においても、前述のように、原水によるフラッシングは逆流洗浄の前または後に行うか、あるいは逆流洗浄と並行してフラッシングを行う。

【0139】上記の洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント1の膜面、原水スペース4、外周部等、特に分離膜9に付着した汚染物質を外周部流路材5に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜9

の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水を維持することができる。

【0140】さらに、前述のような濾過形態によりスパイラル型膜エレメント1と圧力容器10との間の空隙部にデッドスペースが形成されないので、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が発生せず、高い信頼性が得られる。

【0141】また、スパイラル型膜エレメント1に全方向から圧力が加わるので、スパイラル型膜エレメント1の変形の問題が生じず、パッキンホルダおよび外装材が不要となる。それにより、部品コストおよび製造コストが低減される。

【0142】また、全量濾過が行われるので、原水51を供給する加圧ポンプ101に大きなものを用いる必要がない。それにより、システムコストが低減される。

【0143】なお、運転時において、配管17のバルブ18cを開いて原水出口15から一部原水を取り出してもよい。この場合、スパイラル型膜エレメント1の外周部で原水の流れを形成することができる。それにより、原水51中の汚染物質の沈降を抑制しつつ、原水51中の汚染物質の一部および剥離した汚染物質を圧力容器10の外部に排出することができる。また、この外部へ排出した一部原水を、配管17aを介して原水タンク200へ戻して循環させてもよい。

【0144】上記においては超音波発振子103を圧力容器10の筒形ケース11の外周部に設けているが、圧力容器10の端板12aまたは端板12bに超音波発振子103を設けてもよい。この場合においても、圧力容器10を介して原水51およびスパイラル型膜エレメント1に超音波振動を付与することが可能となる。あるいは、原水51またはスパイラル型膜エレメント1に直接、超音波振動を付与してもよい。

【0145】さらに、上記においては、圧力容器10内にスパイラル型膜エレメント1が1本装填されてなるスパイラル型膜モジュールについて説明したが、図7に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法は、以下に説明するように、圧力容器内に複数のスパイラル型膜エレメントが装填されてなるスパイラル型膜モジュールにおいても適用可能である。

【0146】図8は本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【0147】図8に示すスパイラル型膜モジュールの構成は、以下の点を除いて、図6に示すスパイラル型膜モジュールの構成と同様である。

【0148】図8に示すスパイラル型膜モジュールにおいては、図6に示すスパイラル型膜モジュールのように散気装置102、配管21およびバルブ18dを設けず、圧力容器100の筒形ケース111の外周部に超音

波発振子 103 を設けている。なお、前述のように、超音波発振子 103 は圧力容器 100 の端板 12a または端板 12b に設けてもよい。あるいは、圧力容器 100 を介さずに、原水 51 またはスパイラル型膜エレメント 1 に直接超音波振動を付与してもよい。

【0149】図 8 に示すように、スパイラル型膜モジュールの運転時には、配管 19 のバルブ 18a を開き、配管 20 のバルブ 18b および配管 17 のバルブ 18c を閉じる。原水タンク 200 から取水した原水 51 を加圧ポンプ 101 により加圧した後、圧力容器 100 の原水入口 13 から圧力容器 100 の内部に導入する。ここで、超音波発振子 103 により、圧力容器 100 を介して圧力容器 100 内部の原水 51 および各スパイラル型膜エレメント 1 に超音波振動を付与する。

【0150】各スパイラル型膜エレメント 1 において、原水 51 は外周部流路材 5 に沿って流れ、少なくとも外周部側から分離膜 9 を透過し、原水スペース 4 に沿って封筒状膜 3 間に浸入する。分離膜 7 を透過した透過水が透過水スペース 6 に沿って集水管 2 の内部に流れ込み、圧力容器 100 の両端部の透過水出口 14 から透過水 52 が取り出される。

【0151】この場合、各スパイラル型膜エレメント 1 のスパイラル状膜要素 1a の外周部面が分離膜 9 で覆われているので、分離膜 9 の孔径よりも大きな汚染物質が各スパイラル型膜エレメント 1 の少なくとも外周部で捕捉される。したがって、各スパイラル型膜エレメント 1 の封筒状膜 3 を構成する分離膜 7 の負荷が減少する。

【0152】また、超音波発振子 103 により、スパイラル型膜モジュール内部の原水 51 に超音波振動を付与するため、原水 51 中の汚染物質が分散される。それにより、原水 51 中の汚染物質がスパイラル型膜モジュール内部、特に各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になる。また、各スパイラル型膜エレメント 1 にも超音波振動が付与されるため、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。以上のことから、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0153】さらに、スパイラル型膜モジュールが複数のスパイラル型膜エレメント 1 を装填しているため、スパイラル型膜モジュールの処理容量が大きく、効率良く透過水 52 を得ることが可能となる。

【0154】一定時間濾過を行った後、透過側から透過水 52 による逆流洗浄を行う。この場合、超音波発振子 103 を停止させ、図 6 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの洗浄方法と同様の方法により、逆流洗浄および原水によるフラッシングを行う。

【0155】上記の洗浄方法によれば、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、原水スペース 4、外周部等、特

に分離膜 9 に付着した汚染物質を外周部流路材 5 に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜 9 の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【0156】上記のスパイラル型膜モジュールにおいては、前述のような濾過形態により各スパイラル型膜エレメント 1 と圧力容器 100 との間の空隙部にデッドスペースが形成されないため、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が発生せず、高い信頼性が得られる。

【0157】また、各スパイラル型膜エレメント 1 において全方向から圧力が加わるので、スパイラル型膜エレメント 1 の変形の問題が生じず、パッキンホルダおよび外装材が不要となる。それにより、部品コストおよび製造コストが低減される。

【0158】さらに、全量濾過が行われるため、原水 51 を供給する加圧ポンプ 101 に大きなものを用いる必要がない。それにより、システムコストが低減される。

【0159】なお、運転時において、配管 17 のバルブ 18c を開いて原水出口 15 から一部原水を取り出してもよい。この場合、各スパイラル型膜エレメント 1 の外周部で原水の流れを形成することができる。それにより、原水 51 中の汚染物質の沈降を抑制しつつ、原水 51 中の汚染物質の一部および剥離した汚染物質を圧力容器 10 の外部に排出することができる。また、この一部原水を配管 17a を介して原水タンク 200 へ戻し、循環させてもよい。

【0160】また、図 7 および図 8 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転時に超音波振動を付与する場合について説明したが、運転時以外に超音波振動を付与してもよい。

【0161】例えば、逆流洗浄時に超音波振動を付与してもよい。あるいは、運転停止時において、スパイラル型膜モジュール内に原水 51 または洗浄水（透過水 52）が封入された状態で超音波振動を付与してもよい。さらに、運転を停止し、原水 51 または洗浄水（透過水 52）を用いて膜面をフラッシングする際に超音波振動を付与してもよい。これらの場合においても、前述と同様の効果が得られる。

【0162】図 4 および図 6～図 8 に示すような本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法は、図 1 に示すスパイラル型膜エレメント以外に、以下に示すスパイラル型膜エレメントにおいても適用可能である。

【0163】図 9 は本発明の他の実施例におけるスパイラル型膜エレメントを示す正面図である。図 9 では、外周部流路材の図示が省略されている。

【0164】図 9 (a) のスパイラル型膜エレメント 1

においては、スパイラル状膜要素 1 a の両端部が樹脂層 40 で封止されている。図 9 (b) のスパイラル型膜エレメント 1 においては、スパイラル状膜要素 1 a の一端部が樹脂層 40 で封止されている。

【0165】図 9 (a), (b) のスパイラル型膜エレメント 1 では、製造時の作業工程が増加するが、スパイラル型膜エレメント 1 の両端部または一端部に原水を供給するスペースが不要となる。したがって、圧力容器を小型化することができ、圧力容器内にスパイラル型膜エレメント 1 を収納してなるスパイラル型膜モジュールを小型化することができる。

【0166】また、スパイラル型膜エレメント 1 の樹脂層 40 で封止された端部を圧力容器の原水入口側に配置することにより、原水導入時に原水の動圧によりスパイラル型膜エレメント 1 の端面に汚れが付着することを防止することができる。

【0167】図 10 は本発明のさらに他の実施例におけるスパイラル型膜エレメントを示す一部切欠き斜視図である。また、図 11 は図 10 のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の一例を示す横断面図であり、図 12 は図 10 のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の他の例を示す横断面図である。さらに、図 13 は図 10 のスパイラル型膜エレメントの一部切欠き正面図である。

【0168】図 10 に示すスパイラル型膜エレメント 1 は、有孔中空管からなる集水管 2 の外周面にそれぞれ独立した複数の封筒状膜 3 または連続した複数の封筒状膜 3 を巻回することにより構成されるスパイラル状膜要素 1 a を含む。封筒状膜 3 の間には、封筒状膜 3 同士が密着して膜面積が狭くなることを防止するため、および原水の流路を形成するために原水スペース（原液流路材）4 が挿入されている。

【0169】図 11 および図 12 に示すように、封筒状膜 3 は、透過水スペース（透過液流路材）6 の両面に 2 枚の分離膜 7 を重ね合わせて 3 辺を接着することにより形成され、その封筒状膜 3 の開口部が集水管 2 の外周面に取り付けられている。分離膜 7 としては、 10 kg f / cm^2 以下で運転される低圧逆浸透膜、限外濾過膜、精密濾過膜等が用いられる。

【0170】図 11 の例では、複数の封筒状膜 3 がそれぞれ独立した分離膜 7 により形成される。図 12 の例では、複数の封筒状膜 3 が連続した分離膜 7 を折り畳むことにより形成される。

【0171】また、スパイラル状膜要素 1 a の外周面は液体透過性材料であるネット 8 で覆われている。このネット 8 の材質としては、ポリオレフィン、ポリスルホン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、ポリアミド等の合成樹脂、またはステンレス、鉄等の金属を用いることができる。

【0172】ネット 8 は、3 メッシュ以上 200 メッシ

ュ以下であることが好ましい。それにより、逆流洗浄時の逆圧によるスパイラル状膜要素 1 a の膨らみを確実に抑えることができるとともに、運転時に外周部側からスパイラル状膜要素 1 a 内に原水を十分に供給することができる。

【0173】図 10 に示すスパイラル型膜エレメント 1 においては、ネット 8 の材質として、トリコット布にエポキシ樹脂を含浸させたものを使用する。このネット 8 は、50 メッシュであり、縦糸および横糸のピッチは 0.5 mm、縦糸および横糸の径は 0.15 mm である。

【0174】なお、スパイラル状膜要素 1 a の外周面に加えてスパイラル状膜要素 1 a の端面もネット 8 で覆ってもよい。

【0175】図 13 に示すように、スパイラル状膜要素 1 a の外周面を覆うネット 8 の 3 箇所等に等間隔で円周方向に沿って樹脂 81 が塗布され、それによりネット 8 がスパイラル状膜要素 1 a の外周面に 3 箇所固定されている。樹脂 81 の塗布箇所数は、逆流洗浄時に生じる逆圧に依存するため特に限定しないが、樹脂 81 の塗布箇所が 3 箇所よりも多くなると、逆流洗浄時にスパイラル状膜要素 1 a の外周部の汚染物質が除去されにくくなる。したがって、例えば長さ 944 cm のスパイラル状膜要素 1 a では、3 箇所程度を樹脂 81 で固定することが好ましい。

【0176】ネット 8 の外周面側は、外周部流路材 5 で覆われている。外周部流路材 5 の材質および寸法は、図 1 に示した外周部流路材 5 の材質および寸法と同様である。

【0177】なお、外周部のネット 8 の全体を外周部流路材 5 で覆ってもよく、あるいは一部の領域を外周部流路材 5 で覆ってもよい。

【0178】図 10 に示すスパイラル型膜エレメント 1 は、図 1 に示すスパイラル型膜エレメントと同様、例えば図 4 および図 6 ~ 8 に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法により運転される。この場合、スパイラル状膜要素 1 a の外周部面がネット 8 で覆われているので、ネット 8 の孔径よりも大きな濁質物質等の汚染物質はスパイラル型膜エレメント 1 の少なくとも外周部で捕捉される。すなわち、ネット 8 の孔径よりも小さな汚染物質のみが封筒状膜 3 間に侵入する。したがって、封筒状膜 3 を構成する分離膜 7 の負荷が減少する。

【0179】図 10 に示すスパイラル型膜エレメント 1 に、図 4 または図 6 に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法を適用する場合、散気装置 102 から原水 51 中に散出された気泡により、スパイラル型膜モジュール内においてエアバブリングが行われる。それにより、原水 51 中の汚染物質が沈降してスパイラル型膜エレメント 1 の膜面および

少なくとも外周部に付着するのを抑制することが可能になるとともに、スパイラル型膜エレメント1の膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0180】一方、図10に示すスパイラル型膜エレメント1に、図7または図8に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法を適用する場合、超音波発振子103により、スパイラル型膜モジュール内の原水51およびスパイラル型膜エレメント1に超音波振動が付与される。それにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特にスパイラル型膜エレメント1の膜面および少なくとも外周部に原水51中の汚染物質が付着するのを抑制することが可能になるとともに、スパイラル型膜エレメント1の膜面および少なくとも外周部に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0181】図14は、図10に示すスパイラル型膜エレメント1の逆流洗浄時の動作を示す一部切欠き斜視図である。図10に示すスパイラル型膜エレメント1の洗浄時には、図5に示すスパイラル型膜エレメントの洗浄方法と同様の方法により、逆流洗浄および原水によるフラッシングが行われる。なお、この場合においても、前述のように、原水によるフラッシングを逆流洗浄の前または後に行うが、あるいは原水によるフラッシングと逆流洗浄とを並行して行う。

【0182】このような洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント1の膜面、原水スペース4、外周部等、特にネット8に付着した汚染物質を外周部流路材5に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、ネット8の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【0183】また、図10に示すスパイラル型膜エレメント1においては、外周部が外周部流路材5で被覆されているので、バンドリング（取り扱い）性が向上する。

【0184】さらに、スパイラル状膜要素1aの外周面がネット8で覆われているので、スパイラル状膜要素1aの外周部に捕捉された汚染物質により逆流洗浄時に生じる逆圧が大きくなっても、外周部のネット8によりスパイラル状膜要素1aの膨らみが防止され、封筒状膜3間の間隔が大きくなならない。したがって、封筒状膜3の膨らみによる膜の破損が防止され、原水51中の汚染物質が透過水52中に漏れ出ることがなくなる。

【0185】特に、ネット8が複数箇所でスパイラル状膜要素1aの外周部に固定されているので、逆流洗浄時の逆圧が高い場合でも、スパイラル状膜要素1aの膨らみが確実に防止される。

【0186】さらに、スパイラル型膜エレメント1と圧力容器との間の空隙部にデッドスペースが形成されないため、微生物等の雑菌の繁殖、有機物の分解による悪臭の発生、分離膜の分解等の問題が発生せず、高い信頼性

が得られる。

【0187】また、スパイラル型膜エレメント1に全方向から圧力が加わるので、スパイラル型膜エレメント1の変形の問題が生じず、パッキンホルダおよび外装材が不要となる。それにより、部品コストおよび製造コストが低減される。

【0188】また、原水51を供給する加圧ポンプ101に大きなものを用いる必要がない。それにより、システムコストが低減される。

【0189】なお、上記においても、図4および図6～図8に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法において前述したように、運転時以外に、逆流洗浄時、運転停止時またはフラッシング時にエアバブリングまたは超音波振動の付与を行ってもよい。

【0190】さらに、本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法は、図15に示すような透過水スペース6の一部をネットとして用いたスパイラル型膜エレメント1に適用してもよい。このようなスパイラル型膜エレメント1においては、1つの封筒状膜3内に挿入された透過水スペース6が封筒状膜3の外周部側の側部から外部へ突出するように延長され、透過水スペース6の延長された部分がネット8としてスパイラル状膜要素1aの外周面に巻回されている。封筒状膜3の外周部側の側部から外部へ突出する透過水スペース6と封筒状膜3との間は樹脂6aでシールされている。

【0191】この場合、ネット8を別個に設けることによる追加の部品コストを抑えつつ逆流洗浄時の逆圧によるスパイラル状膜要素1aの膨らみを延長された透過水スペース6により防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図2】図1のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の一例を示す横断面図である。

【図3】図1のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の他の例を示す横断面図である。

【図4】本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法の一例を示す模式的断面図である。

【図5】図4のスパイラル型膜エレメントにおける逆流洗浄動作を示す一部切欠き斜視図である。

【図6】本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法の他の例を示す模式的断面図である。

【図7】本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【図8】本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよび

31

スパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【図 9】本発明の他の実施例におけるスパイラル型膜エレメントの正面図である。

【図 10】本発明のさらに他の実施例におけるスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図 11】図 10 のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の一例を示す横断面図である。

【図 12】図 10 のスパイラル型膜エレメントの封筒状膜の他の例を示す横断面図である。

【図 13】図 10 のスパイラル型膜エレメントの一部切欠き正面図である。

【図 14】図 10 のスパイラル型膜エレメントにおける逆流洗浄動作を示す一部切欠き斜視図である。

【図 15】透過水スペースをネットとして用いた例を示す横断面図である。

【図 16】従来のスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図 17】従来のスパイラル型膜エレメントの外観斜視図である。

【図 18】従来のスパイラル型膜エレメントの運転方法の一例を示す断面図である。

【図 19】従来のスパイラル型膜エレメントにおける逆

32

流洗浄動作を示す一部切欠き斜視図である。

【符号の説明】

1 スパイラル型膜エレメント

1 a スパイラル状膜要素

2 集水管

3 封筒状膜

4 原水スペース

5 外周部流路材

6 透過水スペース

7 分離膜

8 ネット

9 分離膜

10, 100 圧力容器

13 原水入口

14 透過水出口

51 原水

52 透過水

61, 62 線材

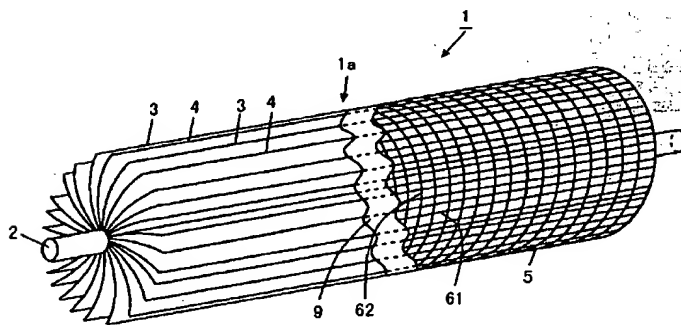
81 樹脂

101 加圧ポンプ

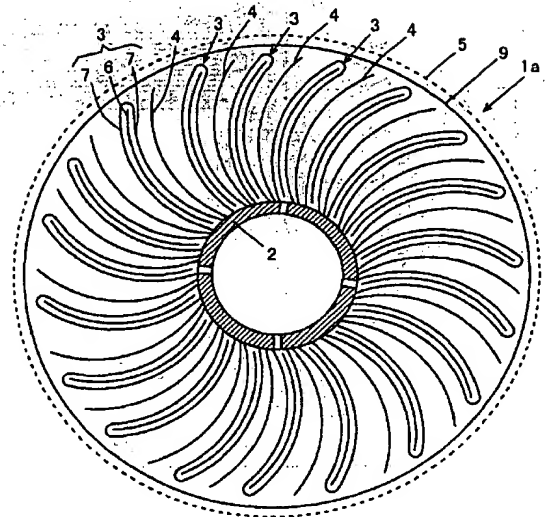
102 散気装置

103 超音波発振子

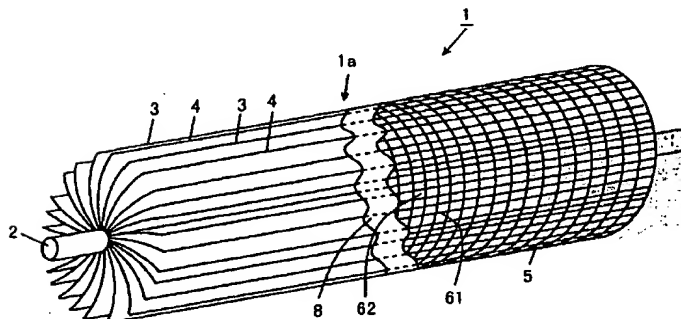
【図 1】



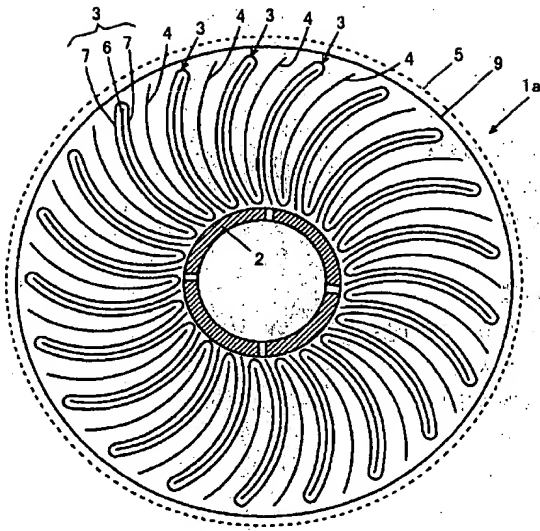
【図 2】



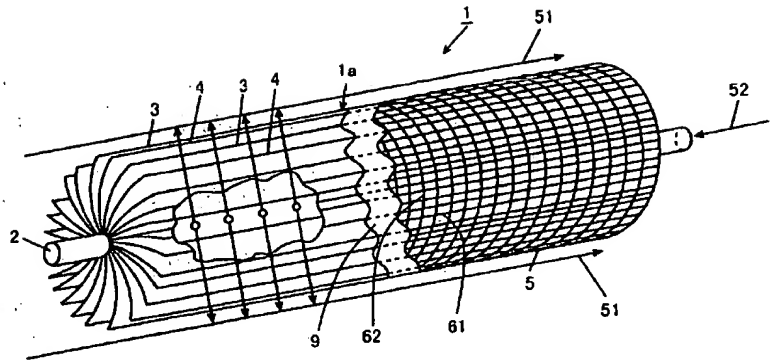
【図 10】



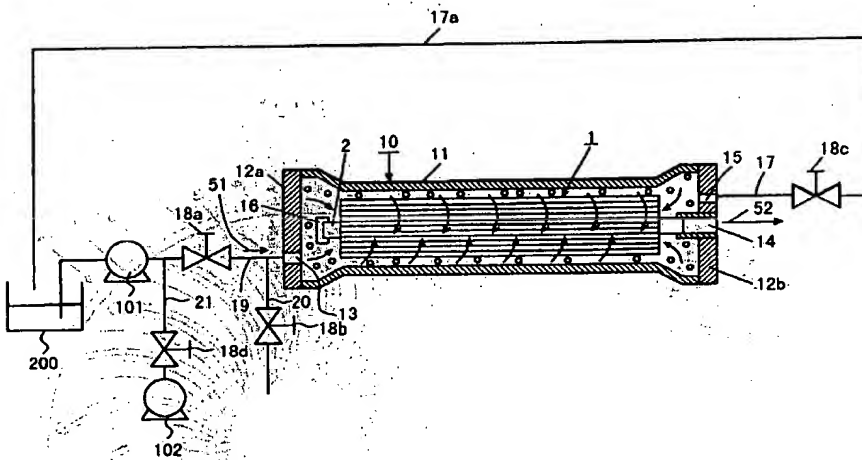
【図 3】



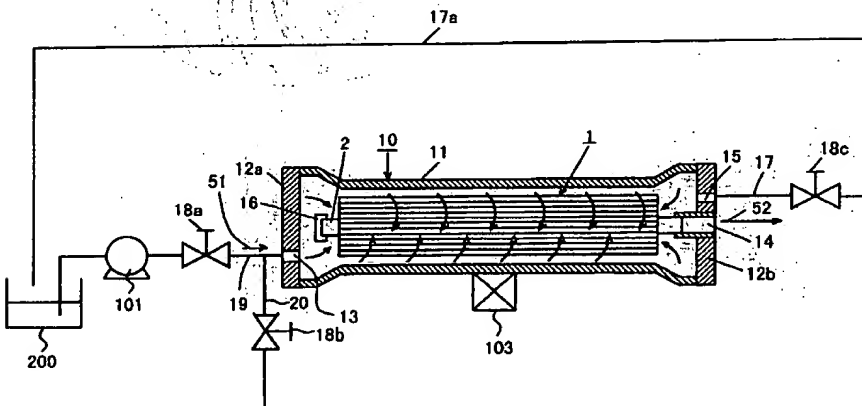
【図 5】



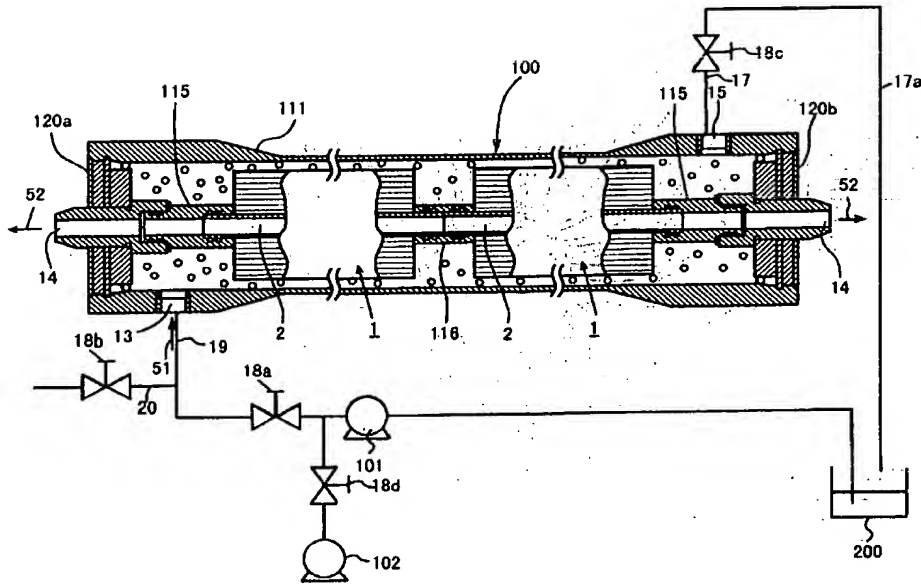
【図 4】



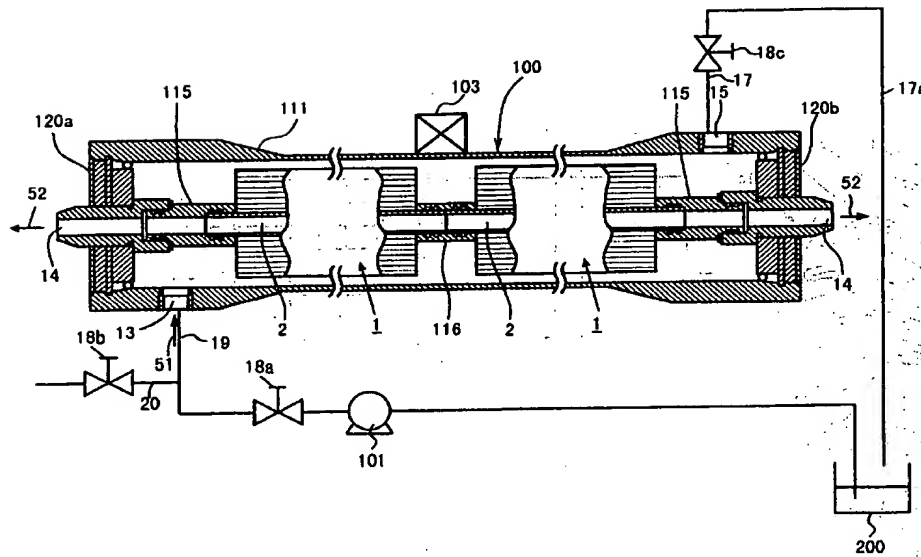
【図 7】



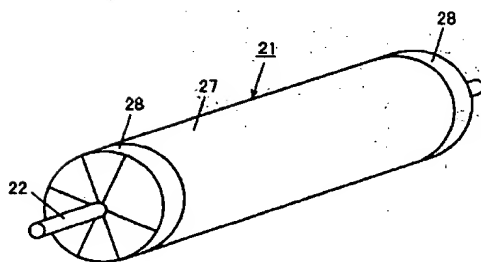
【図 6】



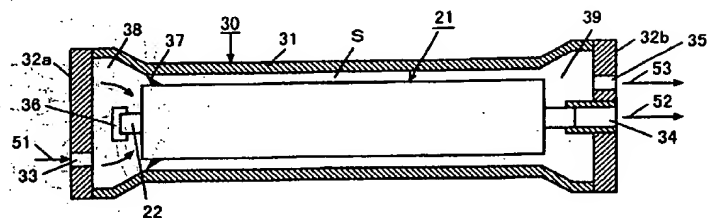
【図 8】



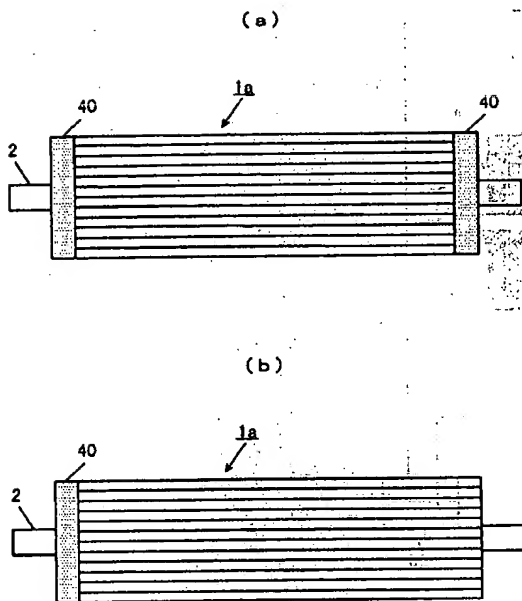
【図 17】



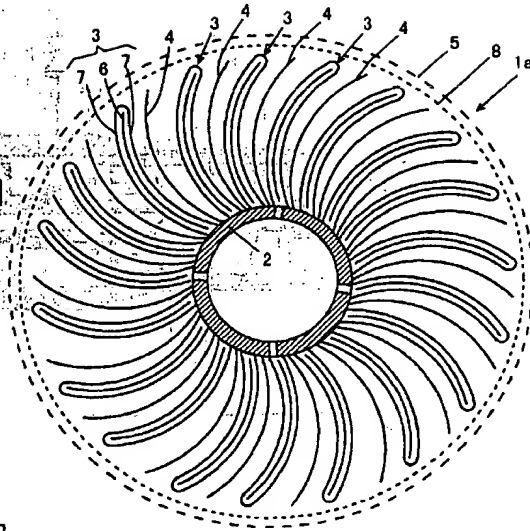
【図 18】



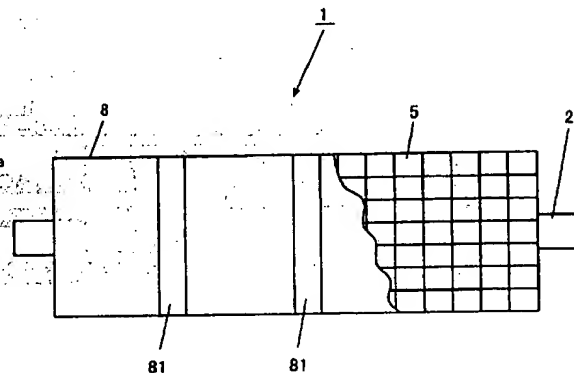
【図 9】



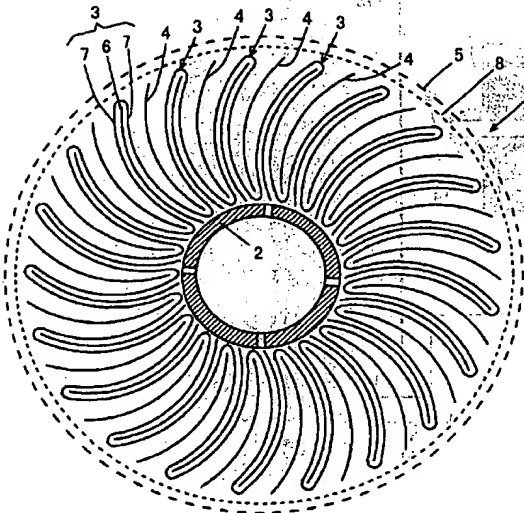
【図 11】



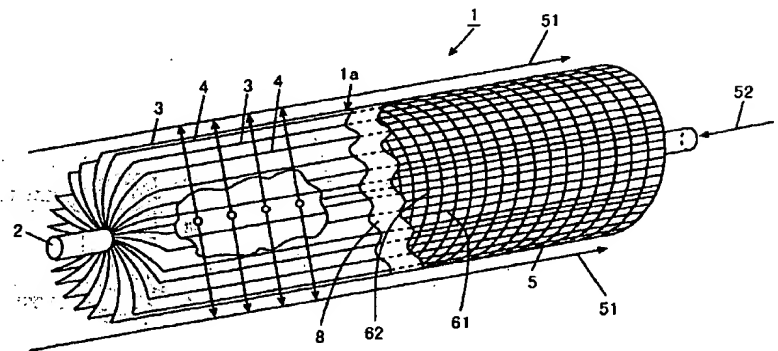
【図 13】



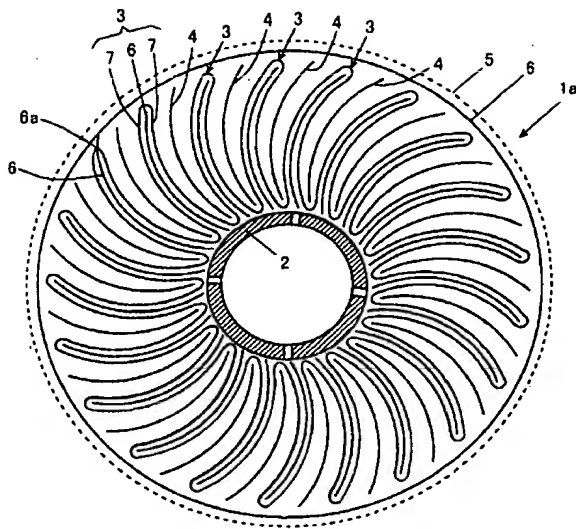
【図 12】



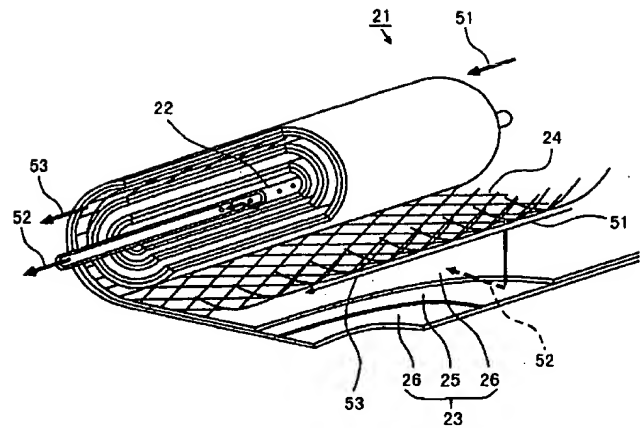
【図 14】



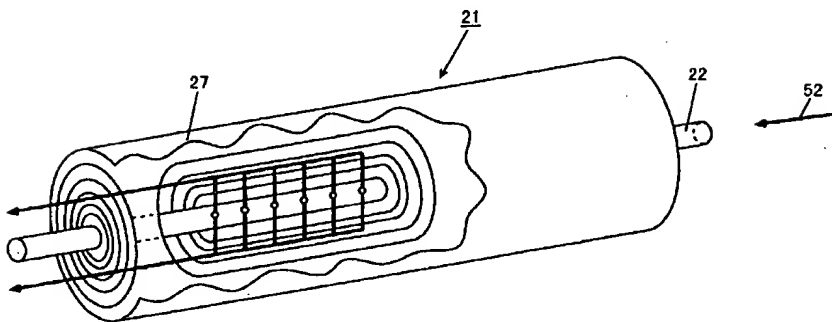
【図15】



【図16】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 久田 肇
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

Fターム(参考) 4D006 GA05 GA06 GA07 HA61 HA62
HA65 JA05B JA06A JA06B
JA06C JA30A JA30B JA30C
KA42 KC02 KC03 KC12 KC13
KC19 KE01Q KE03Q KE06P
KE07P KE12P KE15P KE16P
KE22Q KE24Q KE28Q MA03
MA22 MB05 MC18 MC22 MC23
MC24 MC39 MC62 PA01 PB04
PB24